



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0156450  
(43) 공개일자 2024년10월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01R 31/389 (2019.01) G01R 23/00 (2006.01)  
G01R 23/02 (2006.01) G01R 23/12 (2006.01)  
G01R 27/02 (2006.01) G01R 29/02 (2006.01)  
G01R 29/027 (2006.01) G01R 31/385 (2019.01)
- (52) CPC특허분류  
G01R 31/389 (2019.01)  
G01R 23/005 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7031956
- (22) 출원일자(국제) 2023년02월25일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년09월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2023/006891
- (87) 국제공개번호 WO 2023/163137  
국제공개일자 2023년08월31일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2022-028753 2022년02월27일 일본(JP)
- (71) 출원인  
가부시키키가이사 덴치  
우)3670035 일본 사이타마켄 혼조시 니시토미다 1011
- (72) 발명자  
무코야마 다이키치  
우)3670035 일본 사이타마켄 혼조시 니시토미다 1011 아이오씨 혼조 와세다 브이207 가부시키키가이사 덴치 내  
무코야마 코이치  
우)3670035 일본 사이타마켄 혼조시 니시토미다 1011 아이오씨 혼조 와세다 브이207 가부시키키가이사 덴치 내  
이노우에 카즈타카  
우)3670035 일본 사이타마켄 혼조시 니시토미다 1011 아이오씨 혼조 와세다 브이207 가부시키키가이사 덴치 내
- (74) 대리인  
최달용

전체 청구항 수 : 총 25 항

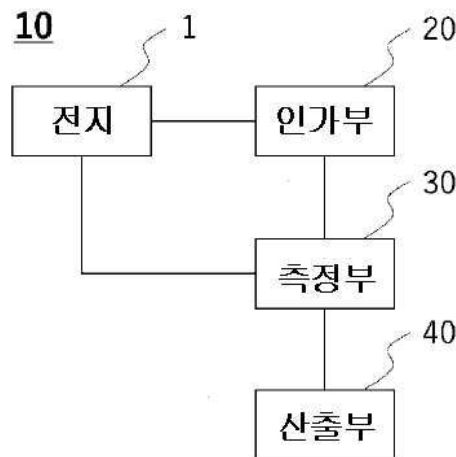
(54) 발명의 명칭 임피던스 측정 장치, 측정 방법 및 2차 전지 진단 시스템

(57) 요약

전지의 상태 진단 등에 이용되는 임피던스 해석의 정밀도를 향상한다.

3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 임의의 전기화학계에 인가하는 인가부와, 상기 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 상기 입력 신호에 대응한 전류 응답치 또는 전압 응답치를 응답 신호로서 측정하는 측정부와, 상기 응답 신호의 전류 응답치 또는 전압 응답치로부터 복수의 주파수에서의 임피던스값을 산출하는 산출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 장치.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G01R 23/02* (2021.05)

*G01R 23/12* (2013.01)

*G01R 27/02* (2013.01)

*G01R 29/023* (2013.01)

*G01R 29/027* (2013.01)

*G01R 31/385* (2019.01)

*Y02E 60/10* (2020.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 임의의 전기화학계에 인가하는 인가부와,  
 상기 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 상기 입력 신호에 대응한 전류 응답치 또는 전압 응답치를  
 응답 신호로서 측정하는 측정부와,  
 상기 응답 신호의 전류 응답치 또는 전압 응답치로부터 복수의 주파수에서의 임피던스값을 산출하는 산출부를  
 구비하는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 입력 신호가 3~5단의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
 상기 입력 신호가 주파수가 다른 2 이상의 방형파를 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측  
 정 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,  
 상기 입력 신호가 주파수 및 진폭이 다른 2 이상의 방형파를 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임  
 피던스 측정 장치.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,  
 상기 입력 신호가 주파수가 다른 2 이상의 방형파를 서로의 위상을 벗어나게 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특  
 징으로 하는 임피던스 측정 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
 상기 입력 신호가 의사 정현파가 아닌 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 장치.

#### 청구항 7

제3항에 있어서,  
 상기 입력 신호가 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 한 방  
 형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 장치.

#### 청구항 8

제4항에 있어서,  
 상기 입력 신호가 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 하고,  
 그 기준 방형파의 진폭을  $n/(n+1)$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배 이하로 한 방형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단  
 파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 장치.

**청구항 9**

제5항에 있어서,

상기 입력 신호가 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 한 방형파의 1 또는 2 이상을 그 기준 방형파에 대해 위상을  $10\sim 350^\circ$  벗어나게 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 장치.

**청구항 10**

3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 임의의 전기화학계에 인가하는 인가 스텝과,

상기 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 상기 입력 신호에 대응한 전류 응답치 또는 전압 응답치를 응답 신호로서 측정하는 측정 스텝과,

상기 응답 신호의 전류 응답치 또는 전압 응답치로부터 복수의 주파수에서의 임피던스값을 산출하는 산출 스텝을 구비하는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 입력 신호가 3~5단의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 입력 신호가 주파수가 다른 2 이상의 방형파를 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 입력 신호가 주파수 및 진폭이 다른 2 이상의 방형파를 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 입력 신호가 주파수가 다른 2 이상의 방형파를 서로의 위상을 벗어나게 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 15**

제10항에 있어서,

상기 입력 신호가 의사 정현파가 아닌 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 16**

제12항에 있어서,

상기 입력 신호가 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 한 방형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 17**

제13항에 있어서,

상기 입력 신호가 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 하고, 그 기준 방형파의 진폭을  $n/(n+1)$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배 이하로 한 방형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단

파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 18**

제14항에 있어서,

상기 입력 신호가 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 한 방형파의 1 또는 2 이상을 그 기준 방형파에 대해 위상을 10~350° 벗어나게 중첩하여 얻어진 계단파인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 방법.

**청구항 19**

제1항 내지 제9항에 기재된 임피던스 측정 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 전지의 진단 장치.

**청구항 20**

제10항 내지 제18항에 기재된 임피던스 측정 방법을 구비하는 것을 특징으로 하는 전지의 진단 방법.

**청구항 21**

측정 대상이 되는 2차 전지의 충방전 규격에 준거한 접속부와,

3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 측정 대상이 되는 2차 전지에 인가하는 인가부와,

상기 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 상기 입력 신호에 대응한 전류 응답치 또는 전압 응답치를 응답 신호로서 측정하는 측정부와,

상기 응답 신호의 전류 응답치 또는 전압 응답치로부터 복수의 주파수에서의 임피던스값을 산출하는 산출부와,

상기 임피던스값에 의거하여 전지의 열화 상태를 해석하는 해석부와,

상기 측정부에 의해 얻어진 입력 신호 및 응답 신호, 상기 산출부에 의해 얻어진 임피던스값 및/또는 상기 해석부에 의해 얻어진 열화 상태의 해석 결과를 기억하는 기억부를 구비하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 진단 시스템.

**청구항 22**

제21항에 있어서,

상기 인가부와 상기 측정부와 상기 산출부와 상기 해석부와 상기 기억부가 네트워크를 통하여 상호 통신 가능한 것을 특징으로 하는 2차 전지 진단 시스템.

**청구항 23**

제22항에 있어서,

또한 상기 네트워크를 통하여 통신 가능한 휴대 단말을 구비하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 진단 시스템.

**청구항 24**

제21항에 있어서,

상기 측정부에서 상기 2차 전지의 방전 전압 또는 방전 전류로서 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 측정 대상이 되는 2차 전지에 인가하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 진단 시스템.

**청구항 25**

제21항에 있어서,

상기 접속부를 통하여 측정 대상이 되는 2차 전지 및 인가부와 접속 가능한 충전 설비를 구비하고, 상기 측정부에서 상기 2차 전지에의 충전 전압 또는 충전 전류로서 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 측정 대상이 되는 2차 전지에 인가하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 진단 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 간이한 구성이면서 단시간에 보다 많은 주파수에서의 임피던스값을 취득할 수 있는 임피던스 측정 장치 및 측정 방법, 또한 당해 임피던스 측정 장치를 사용하여 고정밀도로 전지의 상태를 진단하는 것이 가능한 2차 전지 진단 시스템을 제공하는 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래, 스마트폰이나 노트북 퍼스널 컴퓨터 등에 탑재되는 모바일형의 전원으로서 리튬 이온 전지가 널리 이용되고 있다. 근래, 리튬 이온 전지의 대용량화에 의해 전기 자동차용의 차량탑재 전원이나 대형의 전력 저장용 축전지에도 사용되게 되어 내구성이나 안전성의 확보가 이전보다도 훨씬 중요하게 되어 있다.

[0003] 이와 같은 전지의 상태를 측정하는 방법으로서, 사인파인 교류파를 전지에 인가하여 임피던스 응답을 얻는 교류 임피던스법이 알려져 있다. 이 방법을 이용하여 임피던스 측정 결과를 해석하는 것에 의해 전지 내부의 상태, 예를 들면, 전극이나 활물질의 열화, 전해질, 전해액의 상태 등에 관해 상세하게 알 수가 있다.

[0004] 그러나, 전기 자동차 등의 대형 2차 전지의 충방전은 직류로 행해지기 때문에 교류의 사인파를 전지에 인가하여 행하는 교류 임피던스법은 별도로 고가인 기기가 필요하거나, 입력 전압의 제어가 어렵거나 하는 등 현실적인 운용이 곤란하다. 이에 대해 간이한 구성의 파워 컨트롤러를 사용하여 의사 펄스파형인 방형파를 전지에 인가하여 임피던스를 측정하는 수법이 개발되어 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조).

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 특개2014-126532호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 종래 행해져 온 사인파를 입력 신호로 하는 교류 임피던스법에서는 한번의 측정으로 하나의 주파수에서의 임피던스값 밖에 얻어지지 않는다. 이에 대해 방형파를 사용한 특허 문헌 1의 방법에 의하면 전지로부터의 응답 신호를 푸리에 변환함으로써 입력파의 주파수에 대해 홀수배(1, 3, 5, 7, 9 ...배)의 주파수 성분이 얻어지고, 이것에 의해 한번의 측정으로 복수의 주파수에서의 값을 취득할 수 있다. 그렇지만 임피던스 해석에 의해 전지의 상태를 진단하기 위해서는 더욱 미세한 주파수 마다의 임피던스 플롯이 요망된다. 예를 들면, 주파수를 대수 표기로서 임피던스값을 주파수 마다 플롯하면 기준이 되는 주파수에 대해 1~10배까지의 스케일에서 얻어지는 값이 1, 3, 5, 7, 9의 5점 밖에 없고, 특히 저주파수 측의 영역에서 단위 시간당에 보다 많은 임피던스값을 취득하는 것이 해석 정밀도의 한층 더의 향상에 이어진다.

[0007] 본 발명의 목적은 임피던스 측정에서 간이한 구성이면서 한번의 측정에 의해 보다 많은 주파수에서의 임피던스값을 취득하는 것이고, 이것에 의해 전지의 상태 진단 등에 이용되는 임피던스 해석 정밀도를 향상하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 상기 종래 기술의 과제를 감안하여 본 발명자가 예의 검토를 행한 결과, 정전류 또는 정전압을 단계적으로 변화시킨 3단 이상의 계단파로 이루어지는 입력 신호를 전지에 인가함에 의해 한번의 측정으로 보다 많은 주파수에서의 임피던스값을 얻을 수 있고, 이것에 의해 임피던스 측정을 이용한 해석 정밀도가 향상하는 것을 발견하여 본 발명을 완성하는데 이르렀다. 따라서 본 발명은 임피던스 측정에 있어서, 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 사용하는 것을 특징으로 하고 있다.

[0009] 즉, 본 발명의 임피던스 측정 장치는 3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 임의의 전기화학계에 인가하는 인가부와, 상기 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 상기 입력 신호에 대응한

전류 응답치 또는 전압 응답치를 응답 신호로서 측정하는 측정부와, 상기 응답 신호의 전류 응답치 또는 전압 응답치로부터 복수의 주파수에서의 임피던스값을 산출하는 산출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0010] 또한, 본 발명의 임피던스 측정 방법은 3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 임의의 전기화학계에 인가하는 인가 스텝과, 상기 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 상기 입력 신호에 대응한 전류 응답치 또는 전압 응답치를 응답 신호로서 측정하는 측정 스텝과, 상기 응답 신호의 전류 응답치 또는 전압 응답치로부터 복수의 주파수에서의 임피던스값을 산출하는 산출 스텝을 구비하는 것을 특징으로 하는 것이다.

[0011] 상기 입력 신호는 3~5단의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류인 것이 바람직하다. 또한, 상기 입력 신호는 주파수가 다른 2 이상의 방형파를 중첩하여 얻어진 계단파인 것이 바람직하다. 또한, 상기 입력 신호는 주파수 및 진폭이 다른 2 이상의 방형파를 중첩하여 얻어진 계단파인 것이 바람직하다. 또한, 상기 입력 신호는 주파수가 다른 2 이상의 방형파를 서로의 위상을 벗어나게 중첩하여 얻어진 계단파인 것이 바람직하다. 또한, 상기 입력 신호는 의사 정현파가 아닌 계단파인 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 입력 신호는 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 한 방형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단파인 것이 바람직하다. 또한, 상기 입력 신호는 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 하고, 그 기준 방형파의 진폭을  $n/(n+1)$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배 이하로 한 방형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단파인 것이 바람직하다. 또한, 상기 입력 신호는 기준이 되는 방형파에 대해 그 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 한 방형파의 1 또는 2 이상을 그 기준 방형파에 대해 위상을 10~350° 벗어나게 중첩하여 얻어진 계단파인 것이 바람직하다.

[0013] 또한, 본 발명의 전지의 진단 장치는 상기 임피던스 측정 장치를 구비하는 것이다. 또한, 본 발명의 전지의 진단 방법은 상기 임피던스 측정 방법을 구비하는 것이다.

[0014] 또한, 본 발명의 2차 전지 진단 시스템은 측정 대상이 되는 2차 전지의 충방전 규격에 준거한 접속부와, 3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 측정 대상이 되는 2차 전지에 인가하는 인가부와, 상기 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 상기 입력 신호에 대응한 전류 응답치 또는 전압 응답치를 응답 신호로서 측정하는 측정부와, 상기 응답 신호의 전류 응답치 또는 전압 응답치로부터 복수의 주파수에서의 임피던스값을 산출하는 산출부와, 상기 임피던스값에 의거하여 전지의 열화 상태를 해석하는 해석부와, 상기 측정부에 의해 얻어진 입력 신호 및 응답 신호, 상기 산출부에 의해 얻어진 임피던스값 및/또는 상기 해석부에 의해 얻어진 열화 상태의 해석 결과를 기억하는 기억부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 인가부와 상기 측정부와 상기 산출부와 상기 해석부와 상기 기억부가 네트워크를 통하여 상호 통신 가능한 것이 바람직하다. 또한, 또한 상기 네트워크를 통하여 통신 가능한 휴대 단말을 구비하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 측정부에서 상기 2차 전지의 방전 전압 또는 방전 전류로서 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 측정 대상이 되는 2차 전지에 인가하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 접속부를 통하여 측정 대상이 되는 2차 전지 및 인가부와 접속 가능한 충전 설비를 구비하고, 상기 측정부에서 상기 2차 전지에의 충전 전압 또는 충전 전류로서 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 측정 대상이 되는 2차 전지에 인가하는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

[0016] 본 발명에 의하면 간단한 구성으로 또한 한번의 측정으로 보다 많은 주파수에서의 임피던스값을 취득하는 것이 가능해지고, 이것에 의해 전지의 상태 진단 등에 이용되는 임피던스 해석의 정밀도를 향상할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 임피던스 측정 장치의 개략도.  
 도 2는 2~4단의 계단파의 예((A) 2단, (B) 3단, (C) 4단).  
 도 3은 위상을 벗어나게 한 방형파를 중첩하여 얻은 3단의 계단파의 예.  
 도 4는 2~4단의 계단파의 각각을 이용한 경우에 있어서 임피던스값이 얻어지는 주파수의 플롯((A) 2단, (B) 3단, (C) 4단).  
 도 5는 2~4단의 계단파에 의해 측정된 전지의 나이키스트선도.

도 6은 2~4단의 계단파에 의해 측정된 전지의 주파수 특성도.

도 7은 본 발명의 2차 전지 진단 시스템의 개략도.

도 8은 본 발명의 제1 실시 형태의 2차 전지 진단 시스템.

도 9는 본 발명의 제2 실시 형태의 2차 전지 진단 시스템.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] [임피던스 측정 장치]
- [0019] 본 발명의 임피던스 측정 장치의 개략도를 도 1에 도시한다.
- [0020] 도 1에 도시하는 바와 같이, 본 발명의 임피던스 측정 장치(10)는 인가부(20)와, 측정부(30)와, 산출부(40)를 구비하고 있다. 또한, 본 발명에서 임피던스란 협의의 불변성을 충족시키는 것으로 한정되는 것이 아니고, insitu 임피던스 등의 경시 변화를 갖는 임피던스도 포함된다.
- [0021] 측정 대상이 되는 전지(1)는 인가부(20)와 측정부(30)에 각각 접속된다. 또한, 본 실시례에서는 전지를 측정 대상으로 하고 있는 것이지만 그 밖에 임의의 전기화학계라면 좋으며 예를 들면, 전기화학 셀, 커패시터, 스피커 등의 전화 제품과 같은 것이라도 좋다. 전지로서는 1차 전지, 2차 전지를 불문하고, 예를 들면, 리튬 이온 전지, 니켈 수소 전지, 납 전지, 니켈 카드뮴 전지 등을 들 수 있다. 특히 차량탑재용 대형 전지나, 대형 축전지의 임피던스 측정, 또는 그것에 의거한 전지의 상태 진단에서 본 발명은 특히 유용하다.
- [0022] 인가부(20)는 전지(1)에 접속하고, 3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 전지(1)에 인가한다. 또한, 측정부(30)는 전지(1) 및 인가부(20)에 접속하고, 인가부(20)로부터의 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 인가부(20)로부터의 입력 신호에 대응한 전지(1)의 전류 응답치 또는 전압 응답치를 측정한다. 정전압으로의 응답을 보는 경우, 인가부(20)는 3단 이상의 계단파가 되도록 제어된 전압치를 입력 신호로서 전지(1)에 인가하고, 그 응답 신호로서의 전류치의 변화를 측정한다. 또는 정전류로의 응답을 보는 경우, 인가부(20)는 3단 이상의 계단파가 되도록 제어된 전류치를 입력 신호로서 전지(1)에 인가하고, 그 응답 신호로서의 전압치의 변화를 측정한다. 따라서 인가부(20)는 소정의 전압치 또는 전류치가 되도록 입력 신호를 제어할 필요가 있다. 예를 들면, 측정 대상인 전지의 충방전 설비에 구비된 파워 컨트롤러를 이용함으로써, 정전류 또는 정전압이 되도록 입력 신호를 조절할 수 있다.
- [0023] 도 2에 2~4단의 각 단수의 계단파의 예를 도시한다. 본 발명에서 계단파란 시간에 대해 스텝형상(계단형상)으로 전압치 또는 전류치가 변화하는 파형인 것이다. 계단파의 단수는 일주기당의 전압치 또는 전류치의 정상 부분(직선 부분)의 수를 의미한다(예를 들면, 일본 특개2007-266951호 참조). 따라서 1단의 계단파란 일정한 전압치 또는 전류치가 되도록 제어된 신호이고, 파형은 단일한 직선이 된다. 또한, 2단의 계단파란 전압치 또는 전류치의 정상 부분이 일주기당 2개인 것으로 도 2(A)에 도시하는 바와 같이 높은 레벨과 낮은 레벨을 ON/OFF에 의해 스위치하여 구성하는 의사 펄스파형이고 일반적으로 방형파라고 불린다. 즉, 고레벨의 정상 부분과 저레벨의 정상 부분의 사이를 개략 직선형상으로 천이하여 구성되는 파형이고, 통상, 고레벨과 저레벨의 시간 비율(듀티비)이 1:1인 것이 전형적인 방형파이다. 또한, 고레벨의 비율이 작아질수록 전형적인 펄스파에 가까워진다. 또한, 특허 문헌 1에 기재된 기술에서는 의사 펄스파형인 이 2단의 계단파(방형파)를 이용하여 임피던스 측정을 행하고 있다.
- [0024] 본 발명의 임피던스 측정 장치에서는 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 이용한다. 도 2(B), 도 2(C)에 3단의 계단파와 4단의 계단파의 예를 도시한다. 3단의 계단파는 전압치 또는 전류치의 정상 부분(이하, 단수라고 칭한다)이 일주기당 3개인 신호이고, 4단의 계단파는 일주기당 단수가 4개인 신호이다. 이들 계단파의 파형도 정상 부분의 사이를 거의 직선형상으로 천이한 파형이 된다.
- [0025] 3단의 계단파는 주파수가 다른 2단의 계단파 즉 방형파를 2개 중첩함으로써 얻어진다. 즉, 하나의 기준이 되는 방형파에 대해 이것과 다른 주파수의 방형파를 중첩함에 의해 3단의 계단파를 얻을 수 있고, 도 2(B)에 도시되는 3단의 계단파는 기준이 되는 방형파에 대해 주파수가 2배인 방형파를 겹침에 의해 얻어진 것이다.
- [0026] 4단의 계단파는 주파수가 다른 방형파를 3개 중첩함에 의해 얻어진다. 도 2(C)에 도시되는 4단의 계단파는 기준이 되는 방형파에 대해 주파수가 3/2배인 방형파와, 주파수가 2배인 방형파의 합계 3개의 방형파를 중첩하여 얻어진 것이다. 여기서, 계단파의 단수는 일주기당의 전압치 또는 전류치의 정상 부분(직선 부분)의 수를 의미하지만 동일한 절대치에 있어서 복수회 등장하는 정상 부분의 수는 하나로 해아린다. 즉, 도 2(C)의 계단파는 절

대치로서 +1A, +0.33A, -0.33A, -1A의 4개의 위치에서 정상 부분이 출현하고 있기 때문에 이 계단파는 4단이 된다.

[0027] 5단 이상의 계단파는 이상의 3, 4단의 계단파와 마찬가지로 주파수가 다른 방형파를 4개 이상 중첩함에 의해 얻어진다. 즉, 4개의 방형파를 중첩함으로써 5단의 계단파, 5개의 방형파를 중첩함으로써 6단의 계단파가 얻어진다. 또한, 본 발명에서는 3~5단의 계단파를 이용하는 것이 바람직하다. 6단 이상의 계단파는 파형이 복잡하게 되어 제어가 곤란해지는 경우가 있다. 또한, 본 발명에 이용하는 계단파의 주파수는 특히 한정되지 않지만 100 Hz 이하의 주파수로 조정하는 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 본 발명에서는 기준이 되는 방형파에 대해 주파수를  $(n+1)/n$ ( $n$ 은 1~5의 정수)배로 한 방형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단파를 이용하는 것이 바람직하다. 즉, 기준 방형파에 대해 주파수가 2배, 3/2배, 4/3배, 5/4배, 6/5배인 방형파를 1 또는 2 이상 중첩하여 얻어진 계단파를 알맞게 이용할 수 있다.

[0029] 기준이 되는 방형파와, 주파수를  $(n+1)/n$ 배로 한 방형파를 중첩하면  $n$ 배의 위치에서 주기가 겹쳐진다. 예를 들면, 기준 방형파에 대해 2배 주파수의 방형파를 중첩한 경우, 1배의 위치에서 주기가 겹쳐진다. 마찬가지로 기준 방형파에 대해 3/2배인 방형파를 중첩한 경우, 2배의 위치에서 주기가 겹쳐지고, 기준 방형파에 대해 4/3배인 방형파를 중첩한 경우, 3배의 위치에서 주기가 겹쳐진다. 이와 같이,  $(n+1)/n$ 배인 방형파를 중첩함으로써,  $n$ 배의 위치에서 주기가 겹쳐지게 되기 때문에 계단파로서의 주기가 짧아지고, 입력파로서 취급하기 쉬워지는 외에 응답 신호의 해석 처리도 하기 쉽다.

[0030] 또한, 본 발명에 이용하는 계단파를 디자인할 때, 중첩하는 방형파의 진폭은 기준이 되는 방형파의 진폭과 동일하면 좋으며 또는 달라도 좋다. 구체적으로는 중첩하는 방형파의 진폭을 주파수의 배수의 역수 이하로 하는 것도 바람직하다. 예를 들면, 기준 방형파에 대해 주파수가 2배인 방형파를 중첩하려고 한 경우, 그 진폭을 기준 방형파에 대해 1/2배 이하로 하여 중첩한다. 마찬가지로 주파수 3/2배인 방형파는 진폭을 2/3배 이하, 주파수 4/3배인 방형파는 진폭을 3/4배 이하, 주파수 5/4배인 방형파는 진폭을 4/5배 이하라는 바와 같이 진폭을 조정하여 중첩한다. 환언하면 기준 방형파의 주파수를  $(n+1)/n$ 배로 한 방형파를 중첩하는 경우, 진폭을  $n/(n+1)$ 배 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0031] 도 2(B), 도 2(C)에 도시하는 3단 이상의 계단파는 본 발명에 이용하는 입력 신호의 알맞은 예이다.

[0032] 도 2(B)의 계단파는 3단이고, 기준이 되는 방형파에 대해 주파수를 2배로 한 (진폭은 동일한) 방형파를 중첩하여 얻어진 파형이다. 이 계단파는 주기가 1.0초, 기준이 0A, 1단계가 +1A, 2단계가 0A, 3단계가 -1A로 되어 있다.

[0033] 도 2(C)의 계단파는 4단이고, 기준이 되는 방형파에 대해 주파수를 2배로 하고, 진폭을 1/2배로 한 방형파와, 주파수를 3/2배로 하고, 진폭을 2/3배로 한 방형파를 중첩하여 얻어진 파형이다. 이 계단파는 주기가 2.0초, 기준이 0A, 1단계가 +1A, 2단계가 +0.33A, 3단계가 -0.33A, 4단계가 -1A로 되어 있다.

[0034] 또한, 도 2(B), 도 2(C)에 도시하는 계단파는 모두 기준을 0A로 한 정부 대칭의 파형으로 되어 있는데, 기준은 0A가 아니라도 상관 없다. 예를 들면, +3A를 기준으로 하고, 고레벨측을 +4A, 저레벨측을 +2A로 한 파형, 또는 -3A를 기준으로 하고, 고레벨측을 -2A, 저레벨측을 -4A로 한 파형이라도 좋다. 특히 전지의 진단에 이용할 때에는 충전 전류 또는 방전 전류를 전지에 흘린 상태에서 측정하여도 좋으며 그 경우, 기준을 +측 또는 -측의 임의의 위치에 설정하여 계단파를 설계해도 좋다.

[0035] 또한, 본 발명의 계단파의 작성에 즈음하여 기준이 되는 방형파 또는 중첩하는 방형파, 또는 그 양쪽에 관해, 각각 위상을 벗어나게 한 방형파를 이용해도 좋다. 통상의 방형파는 도 2(A)에 도시하는 바와 같이 입력과 동시에 정상 전압치 또는 정상 전류치까지 직선적으로 상승한다. 이와 같은 방형파의 위상을 벗어나게 하면 벗어나게 한 위상의 분만큼 입력 신호의 상승이 지연되어 형상은 같아도 시간 단위에서의 주기가 달라진 파형이 된다. 이 때문에 서로 위상을 벗어나게 한 방형파를 중첩함에 의해 보다 폭넓은 종류의 계단파를 작성할 수 있다.

[0036] 도 3에 기준이 되는 방형파에 대해 위상을 벗어나게 한 방형파를 중첩하여 얻어진 계단파를 도시한다. 도 3에 도시되는 3단의 계단파는 기준이 되는 방형파에 대해 주파수가 2배이고 위상을 180° 벗어나게 한 방형파를 중첩함에 의해 얻어진 것이다. 도 2(B)에 도시하는 동일 위상의 방형파를 중첩하여 얻어진 3단의 계단파와, 도 3에 도시하는 위상을 벗어나게 한 방형파를 중첩하여 얻어진 3단의 계단파에서는 닮은 형상이라도 입력 신호의 변화의 성질이 다르다. 측정 대상이 되는 전기화학계의 종류, 특히 전지의 종류나 재료 등에 의해 안정된 임피던스 값을 얻기 위한 입력 신호로서 적절한 계단파는 다양하게 다를 가능성이 있다. 이 때문에 임피던스 측정을 행하

는데 있어서 보다 폭넓은 종류의 계단파를 디자인하는 것이 요구되는 경우가 있다.

- [0037] 계단파의 작성에 즈음해서는 기준이 되는 방형파의 위상을 벗어나게 하여도 좋으며 또한, 중첩한 방형파의 위상을 벗어나게 해도 좋다. 또는 기준파, 중첩파의 양쪽의 위상을 벗어나도 좋다. 일주기는  $360^\circ$  이기 때문에  $0 < X < 360^\circ$  의 범위에서 방형파의 위상을 벗어나게 하면 좋지만 특히  $10 \sim 350^\circ$  의 범위에서 방형파의 위상을 벗어나게 하는 것이 바람직하다.
- [0038] 또한, 본 발명에 이용하는 계단파로서는 그 파형이 의사 정현파가 아닌 것이 바람직하다. 전자공학이나 신호 처리의 분야에서는 미세한 계단모양의 파형을 사인파에 접근하여 만든 의사 정현파라는 파형이 알려져 있고, 교류 사인파의 대체 파형으로서 이용되는 경우가 있다. 한편으로 임피던스 측정에 있어서, 교류 사인파를 사용한다면 한번의 측정으로 하나의 주파수에서의 임피던스값 밖에 얻어지지 않는다. 이 때문에 이와 같은 의사 정현파를 본 발명의 계단파로서 사용하면 한번의 측정으로 보다 많은 주파수에서의 임피던스값을 취득한다고 하는 본 발명의 효과가 얻어지지 않는 경우가 있다.
- [0039] 본 발명에서는 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 이용함에 의해 예를 들면, 특허 문헌 1에서 사용되는 2단의 계단파(방형파)를 사용한 경우와 비교하여 특히 저주파수 측의 영역에서 단위 시간당 보다 많은 임피던스값을 얻을 수 있다.
- [0040] 도 4에 2단의 계단파(방형파)를 이용한 경우(도 2(A)), 3단의 계단파를 이용한 경우(도 2(B)), 4단의 계단파를 이용한 경우(도 2(C))의 각각에서 임피던스값이 얻어지는 주파수의 플롯을 도시한다. 또한, 3단의 계단파로서 도 2(B)의 계단파를 이용한 경우에도, 도 3의 계단파를 이용한 경우에도 결과는 같게 된다.
- [0041] 전지로부터의 응답 신호를 주파수 해석하는 것에 의해 2단의 계단파(방형파)를 이용한 경우, 당해 계단파의 주파수에 대해 홀수배의 주파수가 얻어지고, 기준 주파수를 1로 하면 1~10배까지의 저주파수 측에서 1, 3, 5, 7, 9배의 5점의 데이터가 얻어진다. 그렇지만 특히 저주파수 측에서는 이 데이터수는 충분한 것이라고는 말할 수 없고, 보다 많은 임피던스값을 얻는 것이 바람직하다.
- [0042] 이에 대해 3단의 계단파를 이용한 경우에는 기준 주파수의 1~10배까지의 저주파수 측에서 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10배의 8점으로 보다 많은 데이터가 얻어짐을 알 수 있다(또한, 3단의 계단파로서 도 2(B)의 계단파를 이용한 경우에도, 도 3의 계단파를 이용한 경우에도 결과는 같게 된다.). 또한, 4단의 계단파를 이용한 경우, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 5, 6, 7, 7.5, 9, 10배의 11점으로 더욱 미세한 주파수 마다의 데이터를 얻을 수 있다.
- [0043] 특히 전지의 임피던스 해석을 목적으로 한 경우에는 저주파수 영역에서의 임피던스값이 매우 중요하다. 본 발명의 임피던스 측정 장치를 이용함에 의해 저주파수 영역에서 보다 많은 데이터를 얻는 것이 가능해지기 때문에 전지의 해석 정밀도를 크게 향상할 수 있다. 또한, 종래의 정현파를 사용하는 교류 임피던스법에서는 주파수 해석 기기 등이나 포텐시오스텝 등 고가의 기기가 필요하거나, 입력 전압의 제어가 어렵거나 한다는 문제가 있었던 것이지만 본 발명의 임피던스 측정 장치는 임의의 전압/전류치를 시간으로 제어하는 비교적 간단한 구성으로 해석을 행하는 것이 가능하다.
- [0044] 측정부(30)는 전지(1) 및 인가부(20)에 접속하고, 인가부(20)로부터의 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 인가부(20)로부터의 입력 신호에 대응한 전지(1)의 전류 응답치 또는 전압 응답치를 측정한다. 측정된 입력 신호와 응답 신호는 당해 측정부(30)와 접속한 산출부(40)로 보내지고, 산출부(40)에서 당해 입력 신호 및 응답 신호에 관해 푸리에 변환, 웨이브렛 변환 등의 주파수 해석을 행함에 의해 복수의 주파수에서의 전지(1)의 임피던스값이 산출된다.
- [0045] 보다 구체적으로는 측정부(30)에 의해 인가부(20)로부터의 입력 신호와 전지(1)로부터의 응답 신호가 측정되고, 산출부(40)에서 입력 스펙트럼과 출력 스펙트럼을 얻는다. 그리고, 이 스펙트럼의 상호 상관 함수/자기 상관 함수에 의해 각각의 주파수에서의 임피던스값( $Z'$ ,  $Z''$ )을 산출한다.
- [0046] 도 2(A)~도 2(C)의 각 계단파를 입력 신호(전류 입력치)로서 전지에 입력하여 얻어진 입출력 스펙트럼으로부터 산출한 임피던스값의 나이키스트선도를 도 5에, 주파수 특성도를 도 6에 도시한다.
- [0047] 도 5(A)에 도시하는 바와 같이, 2단의 계단파(방형파)를 이용하여 얻어진 임피던스 데이터는 1~10Hz의 저주파수 영역에서 데이터수가 적기 때문에 곡선의 형상이 약간 불명료하다.
- [0048] 이것에 비하여 도 5(B)에 도시하는 3단의 계단파를 이용하여 얻어진 임피던스 데이터는 1~10Hz의 저주파수 영역에서의 데이터수가 증가하고 있기 때문에 곡선의 형상이 보다 명확하게 되어 있음을 알 수 있다. 또한, 도 5(C)에 도시하는 4단의 계단파를 이용하여 얻어진 임피던스 데이터에서는 저주파수 영역에서의 곡선이 더욱 확

실한 형태로 얻어져 있다.

- [0049] 전지의 상태 진단을 목적으로 하는 경우, 임피던스 특성의 미세한 변화를 판독하는 것이 중요해진다. 예를 들면, 임피던스값의 측정 결과를 나이키스트전도로서 복수의 데이터를 비교한 경우, 반원의 지름이 증가하고 있으면 내부 저항도 증가하고 있는 것 등을 알 수 있다. 그러나, 주파수 마다의 임피던스값의 플롯이 적으면, 이와 같은 미세한 변화를 판독할 수가 없다. 고주파수 영역(1Hz 이상)에서는 측정 시간이 짧아지기 때문에 측정 횟수를 많이 함으로써 데이터를 늘리는 것이 비교적 용이하지만 저주파 영역(1Hz 미만)에서는 1회의 측정에 시간이 걸리기 때문에 측정 횟수를 많이 하는 것은 현실적이 아니다.
- [0050] 특허 문헌 1의 방법에 의하면 2단의 계단파(방형파)를 이용함으로써, 입력파의 주파수에 대해 홀수배(1, 3, 5, 7, 9 ...배)의 주파수로 임피던스값이 얻어지기 때문에 1회의 측정에서 비교적 넓은 범위의 주파수 영역에서 데이터를 취득할 수 있지만 도 5(A)에 도시하는 바와 같이, 저주파수 측에서 데이터수가 충분한 것이라고는 말하기 어렵다. 이에 대해 본 발명은 도 5(B), 도 5(C)에 도시하는 바와 같이, 3단 이상의 계단파를 사용함에 의해 저주파수 측에서 보다 많은 임피던스 데이터가 얻어지고, 이것에 의해 임피던스 특성의 미세한 변화도 판독하는 것이 가능해지기 때문에 임피던스 해석 정밀도를 크게 향상시킬 수 있다.
- [0051] [2차 전지 진단 시스템]
- [0052] 계속해서, 본 발명의 2차 전지 진단 시스템의 개략도를 도 7에 도시한다.
- [0053] 도 7에 도시하는 바와 같이, 본 발명의 2차 전지 진단 시스템(100)은 측정 대상이 되는 2차 전지(1)와, 접속부(110)와, 인가부(120)와, 측정부(130)와, 산출부(140)와, 해석부(150)와, 기억부(160)를 구비하고 있다. 측정 대상이 되는 2차 전지(1)는 접속부(110)를 통하여 인가부(120) 및 측정부(130)와 연락하고 있다. 또한, 인가부(120)와 측정부(130)와 산출부(140)와 해석부(150)와 기억부(160)는 네트워크를 통하여 상호 통신 가능한 상태로 되어 있다.
- [0054] 측정 대상이 되는 2차 전지(1)는 충방전 가능하게 구성된 전지이고, 예를 들면, 리튬 이온 전지, 니켈 수소 전지, 납 전지 등을 들 수 있다. 본 발명은 특히 차량탑재용 2차 전지 또는 대형의 정치형 축전지의 진단에서 유용하지만 그 밖의 2차 전지에도 이용할 수 있다.
- [0055] 접속부(110)는 측정 대상이 되는 2차 전지(1)의 충방전 규격에 준거하고 있다. 예를 들면, 전기 자동차의 충방전 규격으로서는 CHAdEMO, GB/T, CCS1, CCS2, Tesla 등을 들 수 있다. 즉, 2차 전지(1)측의 인렛의 충방전 규격에 합치한 충전 커넥터가 접속부(110)로 된다. 접속부(110)는 케이블을 통하여 인가부(120) 및 측정부(130)와 연락하고 있다.
- [0056] 인가부(120), 측정부(130) 및 산출부(140)에 관해서는 상술한 임피던스 측정 장치의 인가부 및 측정부와 개략 동일하지만 이하에 간단하게 설명한다.
- [0057] 인가부(120)는 접속부(110)를 통하여 측정 대상이 되는 2차 전지(1)에 연락하고, 3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 2차 전지(1)에 인가한다. 여기서, 3단 이상의 계단파란 전압치 또는 전류치의 정상 부분이 일주기당 3개 이상의 파형이다. 측정부(130)는 2차 전지(1) 및 인가부(120)에 연락하고 있고, 인가부(120)로부터의 입력 신호의 전압 입력치 또는 전류 입력치와, 인가부(120)로부터의 입력 신호에 대응한 2차 전지(1)의 전류 응답치 또는 전압 응답치를 측정한다.
- [0058] 측정부(130)에서 측정된 입력 신호와 응답 신호는 네트워크를 통하여 산출부(140)로 송신되고, 산출부(140)에서 입력 신호와 응답 신호에 관해 푸리에 변환, 웨이브렛 변환 등의 주파수 해석을 행함에 의해 복수의 주파수에서의 2차 전지(1)의 임피던스값이 산출된다.
- [0059] 여기서, 본 발명의 2차 전지 진단 시스템에서는 3단 이상의 계단파를 입력 신호로서 사용함에 의해 종래의 방법과 비교하여 한번의 측정으로 보다 많은 주파수에서의 임피던스값이 얻어진다. 이 때문에 임피던스 특성의 미세한 변화도 판독하는 것이 가능해지고, 임피던스 해석 정밀도를 크게 향상시킬 수 있다.
- [0060] 산출부(140)에서 산출된 임피던스값의 데이터는 네트워크를 통하여 해석부(150)로 송신되고, 해석부(150)에서 소정의 해석 처리를 행함으로써, 2차 전지(1)의 상세한 열화 정보를 취득한다. 보다 구체적으로는 예를 들면, 해석부(150)에서는 산출부(140)에서 얻어진 임피던스값의 데이터를 소정의 등가 회로를 이용하여 피팅을 행하여 상세한 해석 데이터를 얻을 수 있다.
- [0061] 전지의 내부에서는 전극 합제층 내, 집전체 합제층 사이, 집전체 내의 전자 이동, 설퍼레이터 내, 합제층 전해

질 내, 고체 전해질 계면(SEI)의 이온 이동, 전기화학 반응에 의한 전하 이동, 활물질 내, 고상 확산 등이 일어나고 있고, 임피던스 해석에서는 이들의 소과정(elementary process step)에 의거하여 등가 회로 설계를 행한다. 2차 전지(1)를 측정하여 얻어진 임피던스 데이터에 관해, 소정의 등가 회로를 이용하여 피팅 해석을 행함에 의해 상술한 각종 소과정의 정보를 취득할 수 있다. 그리고, 이와 같이 하여 얻어진 해석 데이터는 네트워크를 통하여 기억부(160)로 송신된다. 또한, 필요에 응하여 기억부(160)에 보존된 해석 데이터를 호출하고, 각종 전지 사이에서 얻어진 해석 데이터를 비교함에 의해 보다 상세한 열화 정보를 얻을 수 있다. 또한, 해석부(150)에서는 이와 같은 피팅 해석만이 아니고, 이력, 온도 정보 등 다른 다양한 해석 처리를 행하여도 좋다.

[0062] 측정부(130)에서 측정된 입력 신호와 응답 신호, 산출부(140)에서 산출된 임피던스값의 데이터, 해석부(150)에서 취득된 해석 데이터는 모두 네트워크를 통하여 기억부(160)에 송신되고 보존된다. 또한, 필요에 응하여 기억부(160)로부터 별도 통신 가능하게 접속된 단말로 송신해도 좋다. 예를 들면, PC나 스마트폰 등 키보드나 마우스, 터치 패널과 같은 입력 장치를 구비한 단말로부터 조작하고, 임피던스값의 데이터나 해석 데이터를 디스플레이를 구비한 단말로부터 확인할 수 있다.

[0063] 측정부(130), 산출부(140), 해석부(150) 및 기억부(160)는 하나의 장치에 일체로 조립된, 외부 네트워크에 접속하지 않은 스탠드얼론형(stand alone type)의 장치라도 좋다. 또는 측정부(130)에서 얻어진 입력 신호 및 응답 신호를 측정부(130)가 마련된 장치로부터 네트워크를 통하여 외부 서버로 송신하고, 당해 서버에 마련된 산출부(140), 해석부(150) 및 기억부(160)에서 처리를 행해도 좋다. 이때, 측정 장치로부터 직접 외부 서버 내에서의 산출 처리, 해석 처리 등을 조작할 수 있다. 또는 별도 네트워크와 통신 가능하게 마련된 PC나 스마트폰 등의 단말로부터 서버 내에서의 처리를 조작해도 좋다.

[0064] 제1 실시 형태

[0065] 도 8에 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 2차 전지 진단 시스템(200)의 개략도를 도시한다. 본 실시 형태의 2차 전지 진단 시스템(200)에서는 전기 자동차(2)에 탑재된 2차 전지(1)에 접속부(110)를 통하여 인가부(120) 및 측정부(130)가 접속되어 있다. 다른 한편, PC 내에는 CPU, ROM, RAM, 외부 기억 장치 등이 탑재되어 있고, 이들에 의해 산출부(140), 해석부(150) 및 기억부(160)로서의 기능을 다한다. 또한, 인가부(120)와 측정부(130)는 유선 케이블, 무선 LAN, 5G 또는 Bluetooth 등의 통신에 의해 PC와 상호 통신 가능한 상태로 접속되어 있고, 이것에 의해 인가부(120), 측정부(130)와, 산출부(140), 해석부(150) 및 기억부(160)는 네트워크를 통하여 상호 통신 가능한 상태로 되어 있다.

[0066] 2차 전지 진단 시스템(200)에서는 PC로부터 인가, 측정, 산출 및 해석에 관한 조작의 전부를 네트워크를 통하여 행할 수 있다. 예를 들면, PC의 외부 기억 장치에 기억되는 제어 프로그램을 호출하여 프로그램을 실행함으로써, 인가, 측정, 산출 및 해석에 이르는 작업을 전부 자동적으로 행하고, 해석 결과를 2차 전지(1)의 진단 결과로서 디스플레이 위에 표시하는 것도 가능하다.

[0067] 제2 실시 형태

[0068] 도 9에 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 2차 전지 진단 시스템(300)의 개략도를 도시한다. 본 실시 형태의 2차 전지 진단 시스템(300)에서는 상기 실시 형태와 마찬가지로 전기 자동차(2)에 탑재된 2차 전지(1)에 접속부(110)를 통하여 인가부(120) 및 측정부(130)가 접속되어 있다. 다른 한편, 전기 자동차(2)에 대해 원격에 있는 서버 상에 산출부(140), 해석부(150) 및 기억부(160)가 설치되어 있고, 이 서버와 인가부(120), 측정부(130)는 인터넷을 통하여 상호 통신 가능한 상태로 되어 있다. 또한, 별도 스마트폰 등의 휴대 단말이, 인가부(120), 측정부(130) 및 서버와 통신 가능한 상태로 마련되어 있다.

[0069] 2차 전지 시스템(300)에서는 스마트폰 내에 각종 제어 프로그램을 포함하는 소프트웨어가 인스톨되어 있고, 이것에 의해 인가, 측정, 산출 및 해석에 이르는 작업을 외부로부터 조작할 수 있다. 또한, 해석 결과를 2차 전지(1)의 진단 결과로서 스마트폰 화면 위에 표시할 수 있어 매우 간단한 조작으로 전지 진단을 행할 수가 있다.

[0070] 또한, 본 발명의 2차 전지 진단 시스템에서는 3단 이상의 계단파로 이루어지는 전압 또는 전류를 입력 신호로서 2차 전지(1)에 인가함에 있어서, 교류 신호로서 3단 이상의 계단파를 직접 인가해도 좋지만 2차 전지의 방전 전류 또는 방전 전압, 또는 2차 전지의 충전 전류 또는 충전 전압이라는 직류 신호를 입력 신호로서 인가해도 좋다. 오히려 입력 신호의 공급 안정성이나 2차 전지에의 부하나 안전성에의 우려를 고려하면 직류 신호로서 3단 이상의 계단파를 인가하는 것이 바람직하다.

[0071] 2차 전지의 방전 전압 또는 방전 전류로서 입력 신호를 인가하는 경우, 예를 들면, 전자 부하 장치를 사용하는 등으로서 방전 전압 또는 방전 전류의 파형이 3단 이상의 계단파가 되도록 제어한다. 즉, 도 2(B), 도 2(C)에

예시한 계단파는 0을 기준으로 하여 +1A로부터 -1A 범위의 파형으로 되어 있는 것이지만 방전 전류로서 계단파를 입력하는 경우에는 예를 들면, -3A를 기준으로 하고, 고레벨측을 -2A, 저레벨측을 -4A로 한 파형과 같이 조정할 필요가 있다. 고레벨측을 0으로 하는 것도 가능하지만 0레벨에서의 안정된 신호의 취급이 어려운 것도 있기 때문에 적어도 전류치가 0이 되지 않도록 입력 신호를 조정하는 것이 바람직하다.

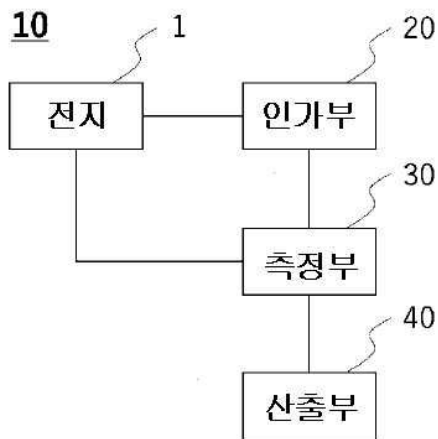
[0072] 또한, 2차 전지의 충전 전압 또는 충전 전류로서 입력 신호를 인가하는 경우, 접속부를 통하여 측정 대상이 되는 2차 전지 및 인가부와 접속 가능한 충전 설비가 필요해진다. 통상, 전기 자동차의 충전은 충전 설비의 접속 커넥터를 2차 전지의 접속부에 삽입하고, 충전 전류를 홀림에 의해 행해진다. 그리고, 이와 같은 직류의 충전 전류는 대강 일정한 암페어수의 정상 전류이고, 그 위에 3단 이상의 계단파를 중첩함에 의해 계단파가 입력 신호로서 2차 전지에 인가된다.

**부호의 설명**

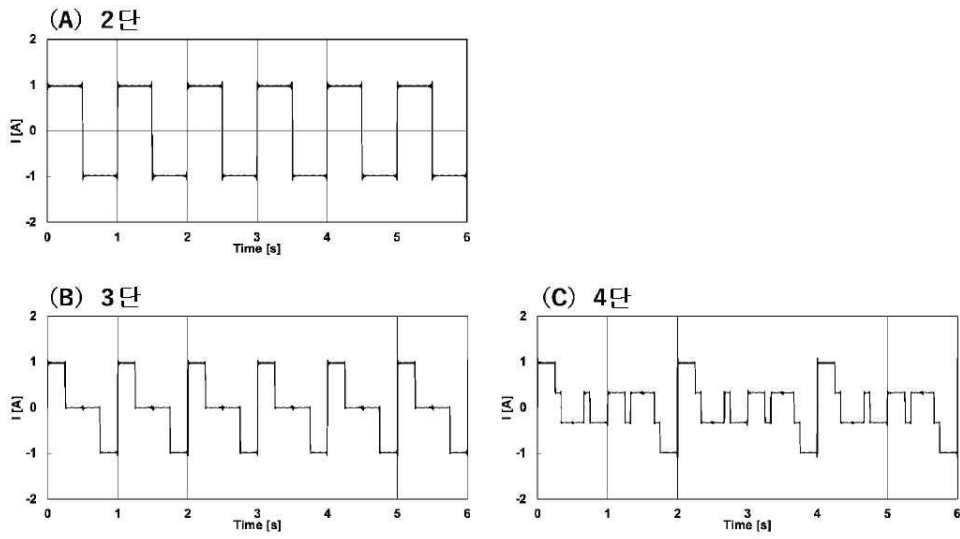
- [0073]
- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| 1 : 측정 대상(전지) | 10 : 임피던스 측정 장치    |
| 20 : 인가부      | 30 : 측정부           |
| 40 : 산출부      | 100 : 2차 전지 진단 시스템 |
| 110 : 접속부     | 120 : 인가부          |
| 130 : 측정부     | 140 : 산출부          |
| 150 : 해석부     | 160 : 기억부          |

**도면**

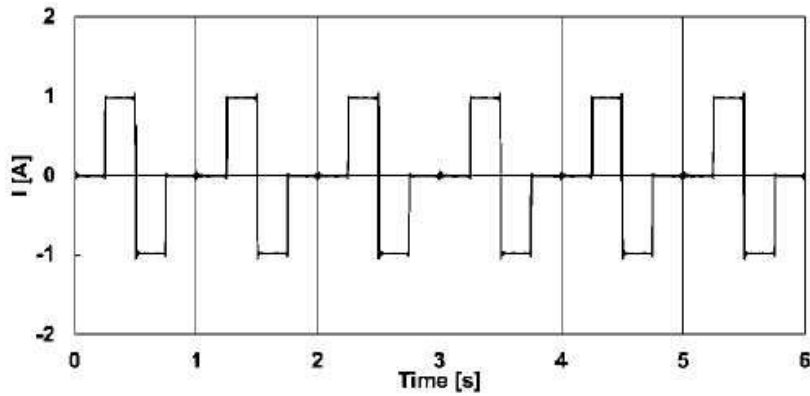
**도면1**



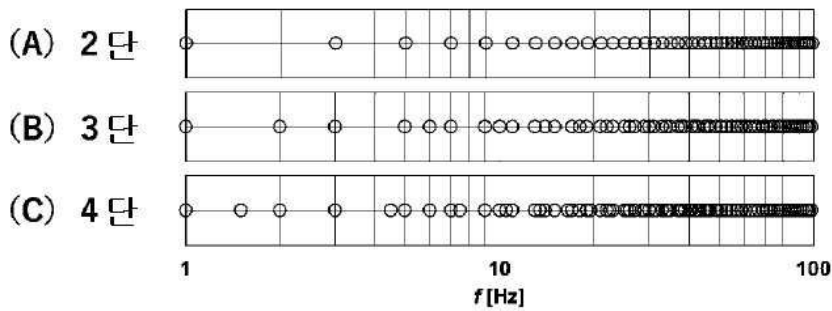
도면2



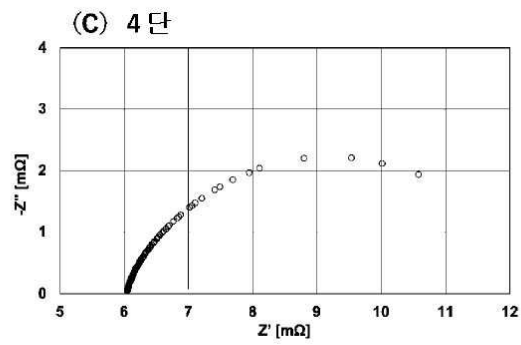
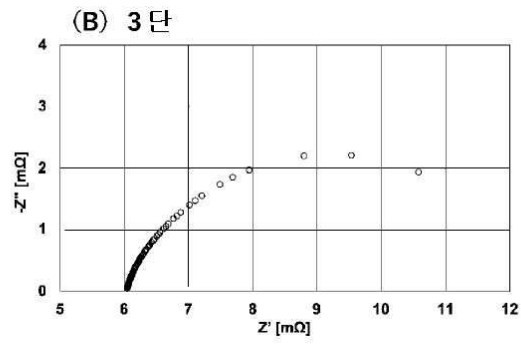
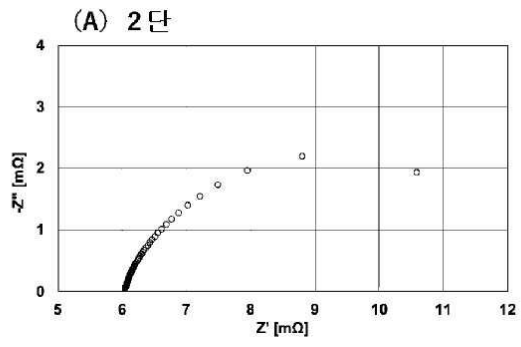
도면3



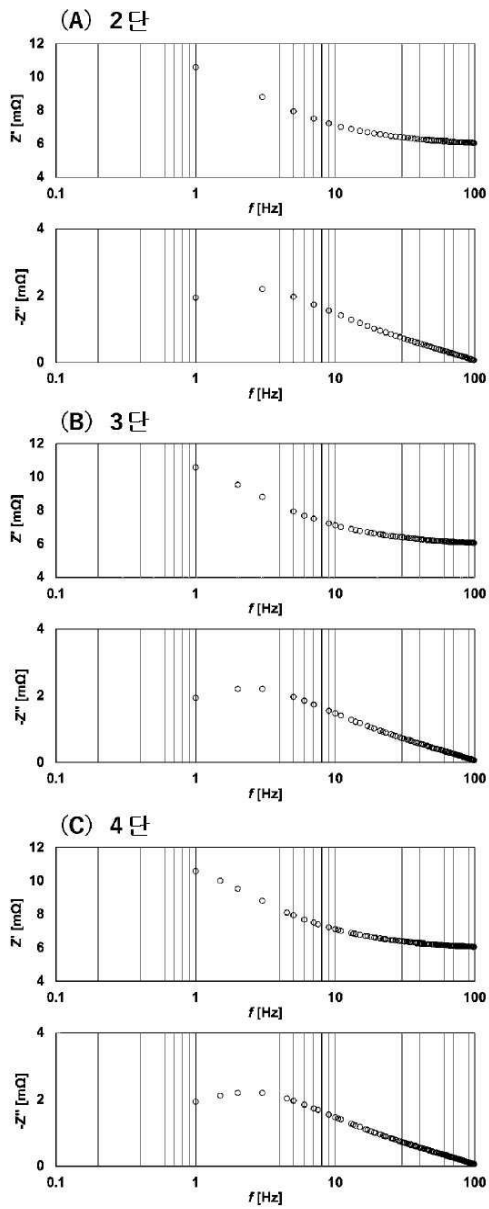
도면4



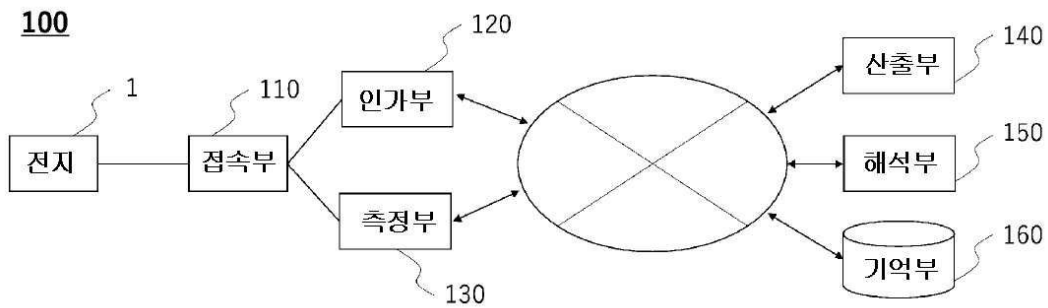
도면5



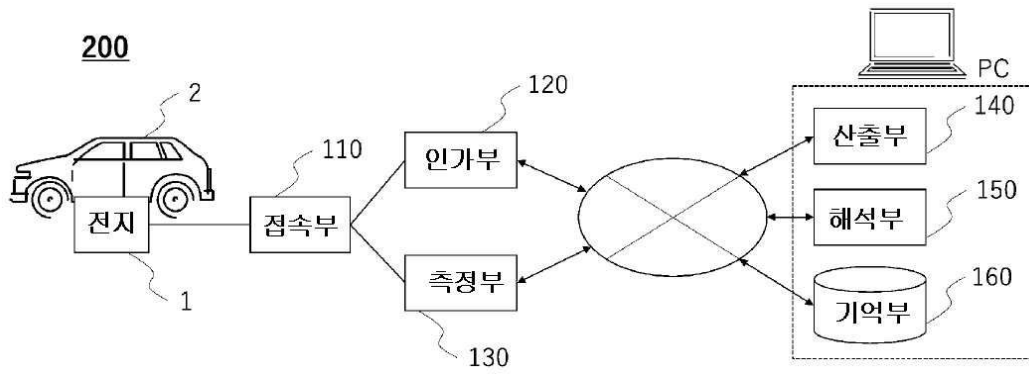
도면6



도면7



도면8



도면9

